



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2012:16

NPK+ och blå målklassning – indikatorer på vattenkvalitet?

*NPK+ and blå målklassning
– indicators of water quality?*

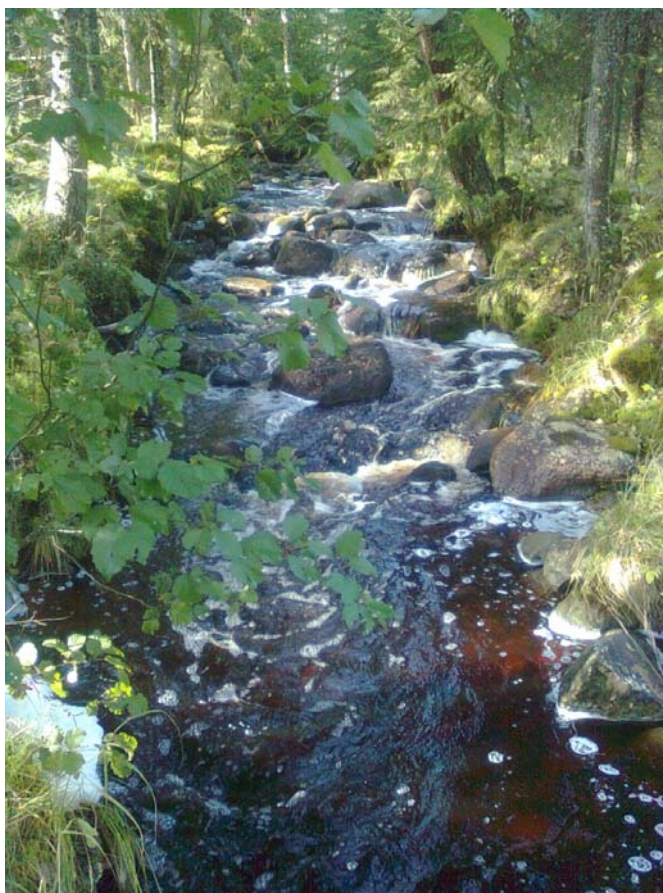


Foto: Per-Olof Nordin

Per-Olof Nordin



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2012:16

NPK+ och blå målklassning – indikatorer på vattenkvalitet?

*NPK+ and blå målklassning
– indicators of water quality?*

Per-Olof Nordin

Nyckelord / Keywords:

Vattendrag, vattenförekomst, vattenklassificering, inventering, målklasser, fiskar /
Water, water bodies, water classification, field inventory, target classes, fishes

ISSN 1654-1898

Umeå 2012

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*
Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*
Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*
Examensarbete i skogshushållning / *Master degree thesis in Forest Management*
EX0644, 30 hp, avancerad nivå/ *advanced level A2E*

Handledare / *Supervisor*: Anneli Ågren
SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*
Examinator / *Examiner*: Hjalmar Laudon
SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handledts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.

Förord

Jag vill först och främst rikta ett stort tack till min handledare Anneli Ågren som varit engagerad och kommit med värdefulla tips och idéer under hela arbetets gång. Jag vill även tacka Lennart Henrikson som bistod med inventeringsprotokoll och Magnus Ekström för hjälp med statistiken. Ett stort tack till Torbjörn Ingemarsson och Björn Henningsson för korrekturläsning och värdefulla kommentarer. Till sist vill jag tacka min fästmö Pernilla Matti som stått ut med alla sena kvällar och helger.

Sammanfattning

Vattendirektivets (2000/60/EG) krav på skydd och bevarande av vattenkvalitet i vattenförekomster har kraftigt ökat medvetenheten om vattenhänsyn och vattenvård i det svenska skogsbruket.

Världsnaturfonden lanserade hösten 2011 tillsammans med skogsägarföreningarna (Södra skogsägarna, Mellanskog, Norrskog och Norra skogsägarna) vattenhänsynsverktygen NPK+ (Naturvärde, Påverkan, Känslighet och Plusvärde) och blå målklassning som hjälpmedel till skogsägare för att ta och synliggöra vattenhänsynen. Relevansen hos verktygen NPK+ och blå målklassning att identifiera och klassificera vattendrag efter vattenkvalitet undersöktes med antalet fiskarter som indikator på vattenkvaliteten. 55 vattendrag i Krycklanåns avrinningsområde strax utanför Vindeln i Västerbottens inland inventerades med NPK+ och blå målklassning i mitten av september 2011. Fältinventeringsdata analyserades statistiskt med fiskartsförekomst från en tidigare elfiskeinventering i vattendragen. Resultatet av analysen visade på en signifikant positiv korrelation för verktygen NPK+ och blå målklassning med antalet fiskarter i undersökningsområdet.

Nyckelord: Vattendrag, vattenförekomst, vattenklassificering, inventering, målklasser, fiskar

Abstract

The EU Water Framework Directive (2000/60/EC) requirements for protection and preservation of water quality in water bodies have greatly increased awareness of water management in Swedish forestry. World Wildlife Fund launched in autumn 2011 together with the forest owners' associations (Södra skogsägarna, Mellanskog, Norrskog and Norra skogsägarna) the water management toolkits NPK + (high biodiversity value, impact, sensitivity and plus value) and blå målklassning as an aid to forest owners to take and make visible the water concerns. The relevance of the tools NPK + and blå målklassning to identify and classify streams for water quality were investigated with the number of fish species as an indicator of water quality. 55 streams in Krycklanåns catchment just outside Vindeln in Västerbotten was inventoried with NPK + and blå målklassning in mid-September 2011. Field inventory data were analyzed statistically with fish species occurrence from a previous electrofishing survey in the streams. The results of the analysis showed a significant positive correlation for the tools NPK + and blå målklassning with the number of fish species in the study area.

Keywords: Watercourses, streams, water bodies, water classification, inventory, target classes, fishes

Innehåll

Inledning	1
Bakgrund	1
Politiska ambitioner och lagstiftning	1
Vattenklassificering.....	2
Skogsnäringens påverkan på vatten	2
NPK+ och blå målklassning.....	3
Syfte	5
Material och metod	6
Elfiske	7
Statistisk analys.....	8
Resultat	10
Diskussion	15
Referenser.....	19
Bilaga 1	23

Inledning

Vatten är helt livsavgörande för allt liv. Förekomsten av vatten är ojämnt fördelad på jorden, med stora skillnader på internationell, nationell och regional nivå (Oelkers *et al.*, 2010).

Ett hänsynsfullt och långsiktigt nyttjande av vatten som resurs är en förutsättning för kommande generationers möjlighet till liv. I takt med industrialiseringen och den stora befolkningsökningen som skett de senaste århundradena har efterfrågan (Gleick, 2010; Oelkers *et al.*, 2010) och påverkan (Vörösmarty *et al.*, 2000) på vatten kraftigt ökat, med exempel på miljökatastrofer som uttorkningen i Aralsjön i före detta Sovjetunionen (Micklin, 2007). Skogen utgör en naturlig del i vattnets kretslopp där skogsbruksåtgärder kan ge störningar som påverkar vattenkvaliteten (Henriksson, 2007). I takt med mekaniseringen av skogsbruket har vår påverkan på vatten dramatiskt ökat (Törnlund & Östlund, 2002). Lagstiftning och frivilliga åtgärdsprogram har tagits fram för att möta framtidens utmaning med ökad vattenanvändning och förbättrad vattenhänsyn. Vattenförekomst är ett samlingsbegrepp som används för alla olika typer av vattendrag, åar, bäckar och sjöar.

Bakgrund

Politiska ambitioner och lagstiftning

Sveriges riksdag fastställde år 1999 det miljöpolitiska åtgärdsprogramet Generationsmålet. Detta gjordes med målsättningen att år 2020 kunna överlämna ett samhälle till nästa generation där de större klimat och miljöproblemen är åtgärdade (Naturvårdsverket, 2010). Generationsmålet innehåller 16 miljökvalitetsmål varav ett flertal har kopplingar till vatten och skog (Naturvårdsverket, 2010). Miljökvalitetsmålen är vägledande för miljöarbetet i alla sektorer i samhället och genomsyrar den svenska lagstiftningen med lagar, förordningar och föreskrifter från riksdag, regering och berörda myndigheter (Naturvårdsverket, 2010). Internationella konventioner, överenskommelser och direktiv rörande vatten har ratificerats i svensk lagstiftning (SÖ1993:16; SÖ1996:22; 2000/60/EG; 2008/105/EG; 2455/2001/EG). Mest inflytelserik och betydelsefull är direktiv 2000/60/EG (vattendirektivet). Vattendirektivet har sedan ratificeringen 2004 haft ett stort genomslag och bidragit till bildandet av Vattenmyndigheterna. Dessa är uppdelade i fem vattendistrikt från norr till söder, med regionala vattenförvaltningar (Vattenmyndigheterna, 2012). Regeringen har gett Vattenmyndigheterna uppdraget (SFS 2004:660; SFS 2007:825) att verkställa kraven i vattendirektivet om att de svenska vattenförekomsterna ska uppnå god status och inte ytterligare försämrats med avseende på vattenkvaliteten (Vattenmyndigheterna, 2012). Vattenmyndigheterna ska ta fram bedömningsgrunder för inventering och statusklassificering och utfärda åtgärdsprogram för vattenförekomster som inte uppfyller kraven. Inom vattendistriktet samordnar Vattenmyndigheten delaktighet bland olika intressenter (Vattenmyndigheterna, 2012). Kraven för skogsbruksåtgärder, som avverkning och vägbyggnation, med risk för negativ påverkan på vattenkvaliteten skärptes den 1 januari 2012 med ändringarna i föreskrift SKSFS 2011:6 till den svenska skogsvårdslagen (SFS 1979:429).

Vattenklassificering

Att mäta och beskriva vattenförekomsternas egenskaper är komplicerat. Faktorer som omgivande landskap, markanvändning, antropogent nedfall, undersökningstidpunkt och dataupplösning har stor inverkan, vilket gör det till en komplex uppgift som är både tid och kostnadskrävande (Henriksson, 2007; Nilsson, 1990; Rosgen, 1994). Vattenklassificeringssystem används runt om i världen för att beskriva vattenförekomsternas egenskaper (Department of Environmental Protection, 2011; Government of New Brunswick, 2012; Ministry for the Environment, 2012). Vattendirektivets krav på övervakning och åtgärder har föranlett framtagandet av nationella vattenklassningssystem för var och ett av EU:s medlemsländer med de gemensamma nämnarna; ekologisk och kemisk status (Vattenmyndigheterna, 2012). Bedömningsgrunderna i klassificeringssystemet kan i vissa detaljer skilja sig åt mellan EU:s medlemsländer (Eriksson, 2007). I Sverige är det Vattenmyndigheterna som fastställer bedömningsgrunderna för statusklassificeringen av vattenförekomsterna (Vattenmyndigheterna, 2012). Ett flertal kvalitetsfaktorer och parametrar klassificeras och vägs samman till ekologisk och kemisk status (NFS 2008:1). Vattenförekomster klassificeras efter principen "sämst styr" där den kvalitetsfaktor i ekologisk respektive kemisk klass som får lägst poäng fastställer statusen (NFS 2008:1). Vattenförekomsterna klassificeras utifrån tillgängliga data. Vid bristfällande eller avsaknad av data tillämpas så kallad expertbedömning där sakkunnig tjänstemän eller extern expertis bedömer och klassificerar vattenförekomsten (Vattenmyndigheten, 2012; NFS 2008:1). Bottenhavets vattendistrikt har en hög andelen expertbedömda vattenförekomster, uppemot 80 %. Vattenmyndigheten arbetar kontinuerligt med inventering och statusuppdatering av tidigare expertbedömda vattenförekomster för en mer korrekt bild av läget (Vattenmyndigheten Bottenhavet, 2012). Statusklassificeringen ligger till grund för miljökvalitetsnormer och åtgärdsprogram som syftar till att nå god ekologisk och kemisk status i alla vattenförekomster till år 2015, dock senast år 2027 vid särskilda omständigheter (Vattenmyndigheterna, 2012).

Skogsnäringens påverkan på vatten

Skogsbrukets påverkan på vattenförekomster ökade lavinartat med sågverksindustrialiseringen och flottningen av timmer i början av 1800-talet (Törnlund & Östlund, 2002; Östlund, 1995). Den omfattande flottningen under 1800-talets andra hälft och större delar av 1900-talet fick dramatiska följder för flertalet svenska vattenförekomster (Nilsson *et al.*, 2005). Åtgärder för att underlätta flottning, som rätning, rensning och reglering av vattenflöden, förändrade radikalt många vattenförekomster (Nilsson *et al.*, 2005; Törnlund & Östlund, 2002). Flottningsepoken påverkade fiskar och andra vattenlevande organismer negativt genom skapandet av vandringshinder och störningar av känsliga habitat (Nilsson *et al.*, 2007). Enligt Nilsson *et al.* (2005) hade öring en kraftig nedgång under flottningsepoken. Intåget av det mekaniska trakthyggesbruket under 1960-talet (Andersson, 2004) ökade markant påverkan på mark och vatten (Löfgren *et al.*, 2009). Skogsskötselåtgärder som avverkning och markberedning har medfört ökad erosion och urlakning av näringsämnen samt ökat koncentrationen av löst organisk kol (DOC), aluminium och kvicksilver (Löfgren *et al.*, 2009; Henriksson, 2007; Laudon *et al.*, 2009).

Halten DOC inverkar på komplexbindningar av metaller till humuspartiklar (Tipping *et al.*, 1991) och sänker pH värdet (Laudon & Buffam, 2008). Sänkningar i pH ökar risken att metalljoner fälls ut och bildar toxiska föreningar i vattnet (Wauer & Teien, 2010). Aluminiumjoner har en hämmande effekt på syreupptagningsförmågan hos fiskar och kan i värsta fall få dödlig utgång (Bjerknes *et al.*, 2003).

NPK+ och blå målklassning

Ändringen av den svenska skogsvårdslagen (1979:429) 1994 med likställandet av produktion och miljömål tvingade skogsbruket att ta hänsyn till andra faktorer än virkesvärdet vid planering och åtgärder. Ratificeringen av vattendirektivet har ytterligare satt fokus på vattenhänsyn (Skogsstyrelsen, 2012a). Värdsnaturfonden (WWF) tillsammans med skogsägarföreningarna (Södra Skogsägarna, Mellanskog, Norrskog och Norra skogsägarna) har i projektet *Levande skogsvatten* tagit fram NPK+ och blå målklassning för att belysa vattenhänsynen i skogsbruket (Värdsnaturfonden, 2012a; Världsnaturfonden 2012b). Inventeringsverktyget NPK+ (Naturvärde, Påverkan, Känslighet och plusvärde) (Bilaga 1) och vattendragsklassificeringsverktyget blå målklassning är framtaget för att inventera vattendrag på ett enkelt och rationellt sätt ute i fält (Världsnaturfonden, 2012b; Bleckert *et al.*, 2010).

NPK+ är indelad i fyra kategorier; Naturvärde, Påverkan, Känslighet och Plusvärde.

Kategorin Naturvärde tar bland annat upp andelen död ved, blockförekomst, förekomst av rödlistade arter och kantzoner. Kategorin Påverkan lyfter bland annat upp rensning och rätning, vandringshinder, vägar, markskador orsakad av skogsbruk, förurning- och utsläppskällor. Kategorin Känslighet behandlar risken för erosion och blöta kantzoner. Plusvärdes kategorin rör kulturvärden, naturskyddsområden och extra intressanta arter. Vid inventering poängsätts de olika kategorierna var för sig och summeras sedan ihop till en total poängsumma. Höga poäng i kategorierna indikerar; höga naturvärden, låg grad av påverkan på vattendraget, stor känslighet för yttre påverkan och förekomst av plusvärden.

Blå målklassning är ett klassificeringssystem för vattendrag med tydliga likheter till målklassningen av skogsmark i gröna skogsbruksplaner. Blå målklassning uttrycker markägarens ambitionsnivå med vattenhänsynen och tydliggör lämpliga åtgärder för vattendragen (Bleckert *et al.*, 2010). Blå målklassning består av fyra klasser; vattenmiljö med generell vattenhänsyn (VG), vattenmiljö med förstärkt vattenhänsyn (VF), vattenmiljö med särskilda åtgärder (VS) och vattenmiljö som lämnas orörd (VO). Blå målklassen VG innebär en vattenhänsynnivå motsvarande skogsvårdslagen och skogscertifieringarna. Blå målklassen VF har en högre ambitionsnivå än VG med åtgärdsförslag att stärka kantzonen, öka andelen död ved och minimera körning i och i närheten av vattendraget. För vattendrag i blå målklassen VS krävs utöver åtgärderna i VG och VF särskilda åtgärder med att restaurering och nyskapande anpassat för det enskilda vattendraget. Vattendrag i blå målklassen VO utvecklas bäst av att lämnas orörd varav åtgärderna inriktas på att bevara vattendraget och dess närmiljö från påverkan (Bleckert *et al.*, 2010). Klassificeringen av vattendragen i blå målklasser sker subjektivt utan direkta riktlinjer. Bleckert *et al.* (2010) föreslår NPK+ inventeringen som lämpligt beslutsunderlag vid klassificeringen.

NPK+ och blå målklassning är framtagna för att fungera med övrig skoglig planering där bestånd och fastigheter är naturliga avgränsningar. Inventering och klassificering är möjligt både för mindre delsträckor och hela vattendrag. Skogsägarföreningarna har som ambition att integrera NPK+ och blå målklassning i den dagliga verksamheten (Bleckert *et al.*, 2010). Södra skogsägarna har kommit längst med integrationen av NPK+ och blå målklassning, och beräknar att verktygen ska vara en integrerad del i skogsbruksplanerna från och med år 2013 (Södra skogsägarna, 2011).

Syfte

Vattendirektivets tydliga fokus på att bevara och förbättra vattenkvaliteten hos vattenförekomster har markant ökat skogsbrukets intresse för vattenvård. Att kvantifiera och mäta vattenkvalitet är en komplicerad uppgift. Fiskar användas på många håll som en indikator på vattenkvalitet på grund av deras känslighet mot fysiska och kemiska förändringar (Harris, 1995; Soto-Galera *et al.*, 1998). Enkla tillämpbara metoder för inventering och klassificering av vattenförekomster efter vattenkvalitet har saknats och efterfrågats av skogsbruket. Hösten 2011 lanserade WWF och de fyra stora skogsägarföreningarna verktygen NPK+ och blå målklassning för inventering och klassificering av vattendrag (Världsnaturfonden, 2012b).

Syftet med studien var att undersöka relevansen hos verktygen, NPK+ och blå målklassning, att identifiera och klassificera vattendrag efter vattenkvalitet med antalet fiskarter som indikator på vattenkvaliteten.

Hypoteser:

- Högre NPK+ poäng indikerar fler antal fiskarter jämfört med lägre poäng
- Högre blå målklass (VO) indikerar fler antal fiskarter jämfört med en lägre målklass (VG)
- Bredare vattendrag håller fler fiskarter jämfört med smalare vattendrag

Delkategorierna i NPK+:

- Högre Naturvärdes poäng indikerar fler antal fiskarter jämfört med lägre poäng
- Högre Påverkans poäng indikerar fler antal fiskarter jämfört med lägre poäng
- Högre Känslighets poäng indikerar fler antal fiskarter jämfört med lägre poäng
- Högre Plusvärde poäng indikerar fler antal fiskarter jämfört med lägre poäng

Material och metod

Lokal

Till studieområdet valdes avrinningsområdet till Krycklanån, cirka 6 km öster om Vindeln i Västerbottens län. I avrinningsområdet finns Krycklanområdet, ett 6780 hektar stort forskningsområde (Öhman *et al.*, 2009). Krycklanområdet har sedan början av 1980-talet varit ett viktigt område för forskning kring hydrologi och vattenkvalitet (Bergknut *et al.*, 2010, Lyon *et al.*, 2011). Den omfattande datainsamlingen under en längre tid i området har bidragit till att Krycklanområdet anses som ett av världens mest undersökta avrinningsområden (Institutionen för Skogens Ekologi och Skötsel, 2009). Den omfattande mängden tillgänglig data över området gjorde området speciellt lämpat för denna studie.



Figur 1. Översiktskarta över studieområdet med Krycklanområdet och de 55 inventerade vattendragen utmarkerade.

© Lantmäteriet, I2011/0032

Elfiske

Elfiske är en vanligt förekommande inventeringsmetod för att skatta fiskpopulationer (Bergquist *et al.*, 2010). Under elfisket lockas fisken genom att föra en svagt strömförande elfiskestav (anod) tillsammans med en jordningsanordning (katod) i vattenförekomsten (Degerman & Sers, 2001). När fisken är tillräckligt nära anoden bedövas den av en elstöt och håvas in (Bergquist *et al.*, 2010). Korrekt utfört elfiske skadar inte fisken, som efter identifiering och mätning kan släppas tillbaka (Bergquist *et al.*, 2010). Elfiske är förbjudet som fiskemetod och får endast användas som inventeringsmetod efter godkännande från fiskerättsägaren, dispens från länsstyrelsen och genomgången etisk prövning för djurförsök hos någon av landets etiska nämnder (Bergquist *et al.*, 2010).

Fiskdata över de 55 vattendragen som inventerades och undersöktes i studien (Figur 1) finns beskrivet i Ishi Buffams doktorsavhandling, *Linking landscape characteristics, stream water acidity and brown trout (*Salmo trutta*) distributions in a boreal stream network* (Buffam, 2007). I Buffams studie (2007) undersöktes eventuella korrelationer mellan landskapet i avrinningsområdet, vattendragens växling i vattenstånd och pH, och andra fiskarters inverkan på förekomsten av öring i Krycklanområdet. 47 vattendrag inom Krycklanområdet (Figur 1) valdes för att ge en heltäckande bild av avrinningsområdet. Elfiskeinventeringen var upplagt som en kvantitativ studie med upprepade inventeringar (Bergquist *et al.*, 2010) och användes för att skatta fiskbeståndet (Buffam, 2007). Elfiskeinventeringen genomfördes under lågflödesperioden 31/8 – 15/10 2005. Vattendragen som hyste fisk vid första inventeringstillfället inventerades ytterligare två gånger under perioden, medan vattendragen där ingen fisk påträffades vid första inventeringen inte inventerades ytterligare. Vattendragen inventerades för det mesta utmed en sträcka på 50 m, vilket gav en elfiske inventerad areal mellan 20 – 350 m² beroende på vattendragets bredd. Fångad fisk artbestämdes, mättes och vägdes innan de släpptes tillbaks i vattendraget (Buffam, 2007). Under elfiskeinventeringen påträffades Abborre i 1 vattendrag, Bäcköring i 37 vattendrag, Gädda i 2 vattendrag, Harr i 1 vattendrag, Lake i 6 vattendrag, Nejonöga i 16 vattendrag och Simpa i 19 vattendrag.

Fältinventering NPK+ och blå målklassning

55 elfiskeinventerade vattendrag (Figur 1) valdes ut för fältinventeringen av NPK+ och blå målklassning. En sträcka om 100 m, 50 m nedströms och 50 m uppströms den angivna koordinaten för elfisket (Buffam, 2007), inventerades för att säkerställa att samma delsträcka som elfiskades återigen inventerades. Fältinventeringen genomfördes mellan den 19 - 21/9 2011. Vattendragen inventerades enligt WWF:s fältprotokoll, *NPK+ – Bedömning av Naturvärde, Påverkan och Känslighet samt Plusvärde i vattendrag* (Bilaga 1), och klassades in i en av fyra breddklasser (<1, <3, <6, >6) beroende på dess bredd i meter. Vattendragen bedömdes och poängsattes enligt fältprotokollet efter dess naturvärde, påverkans grad, känslighet och plusvärde. Vattendragen klassificerades subjektivt till en av de fyra blå målklasserna (VG, VF, VS, VO), med visst stöd av NPK+ inventeringen.

Statistisk analys

Spearman rank korrelationstest användes för att testa korrelationen mellan fiskartförekomsten och data från fältinventeringen, då varken fiskdata eller fältinventeringsdata uppfyllde de grundläggande kraven på normalfördelning och observationer i reella tal som vanligtvis krävs vid statistisk analys (Siegel & Castellan, 1988). Fisk- och fältinventeringsdata saknade normalfördelning och var av diskret typ (heltal). Observationerna i responsvariabeln antal fiskarter (Y) och de förklarande variablerna; blå målklass, bredd, NPK+, naturvärde, påverkan, känslighet och plusvärde (X) sorterades i fallande ordning efter storleksordningen. Varje observation, Y_i och X_i , tilldelades en rank beroende på observationens storleksordning inom variabeln. Observationen med högst värde tilldelades rank 1, näst högst värde rank 2 och så vidare. Observationer inom en variabel med samma värde (ties), korrigerades och tilldelades medelvärde av ties-observationernas storleksordning som rank. Skillnaden i rank mellan Y_i och X_i beräknades (Formel 1) och summerades (Formel 2). Korrektionsfaktor för eventuella ties i Y- och X-variablerna beräknades (Formel 3, 4). Y och X variablerna korrigerades för ties (Formlerna 5, 6). Spearman korrelationskoefficienten r_s beräknades (Formel 7) och testvärdet t räknades ut (Formel 8).

X - variablerna kunde inte på förhand uteslutas ha negativ eller positiv korrelation med Y variabeln, därav användes Students tvåsidigt t-test. Utöver att testa eventuell korrelationen mellan antal fiskarter (Y) och X variablerna visade Students tvåsidiga t-test även om korrelationen i variablerna var negativ eller positiv. Testvärdet t (Formel 8) jämfördes mot T- tabellvärdet (2,009) på signifikansnivån 5 % med N-2 (N =antal observationer) frihetsgrader för att undersöka om nollhypoteserna (H_0), det vill säga ingen korrelation mellan Y och X variabeln, kunde förkastas.

Formel 1.
$$d_i^2 = (Y_i - X_i)^2$$

Formel 2.
$$\sum d_i^2$$

Formel 3.
$$T_y = \sum_{i=0}^n (t_i^3 - t)$$

(n = antal grupper av ties, t = antalet ties i en given grupp)

Formel 4.
$$T_x = \sum_{i=0}^n (t_i^3 - t)$$

(n = antal grupper av ties, t = antalet ties i en given grupp)

Formel 5.

(N = antal observationer)
$$\sum y^2 = \frac{N^3 - N - T_y}{12}$$

Formel 6.
$$\sum x^2 = \frac{N^3 - N - T_x}{12}$$

(N = antal observationer)

Formel 7.
$$r_s = \frac{\sum x^2 + \sum y^2 - \sum d^2}{2\sqrt{\sum x^2 \times \sum y^2}}$$

Formel 8.
$$t = r_s \sqrt{\frac{N-2}{1-r_s^2}}$$

(N = antal observationer)

Resultat

Blå målklassningen av vattendragen (Figur 2) visade på en ojämn fördelning mellan klasserna VG, VF, VO och VS. En övervägande andel av de 55 vattendragen (67 %), var inom VG och VF. 18 vattendrag klassades VG, 19 vattendrag klassades VF, 12 vattendrag klassades VS och 6 vattendrag klassades till VO. Variationen i NPK+ poäng bland de 55 vattendragen var stor (Figur 3).



Figur 2. Översiktskarta över studieområdet med Krycklanområdet och de 55 inventerade vattendragen med blå målklassning utmarkerade.

Blå målklassning i klasserna:

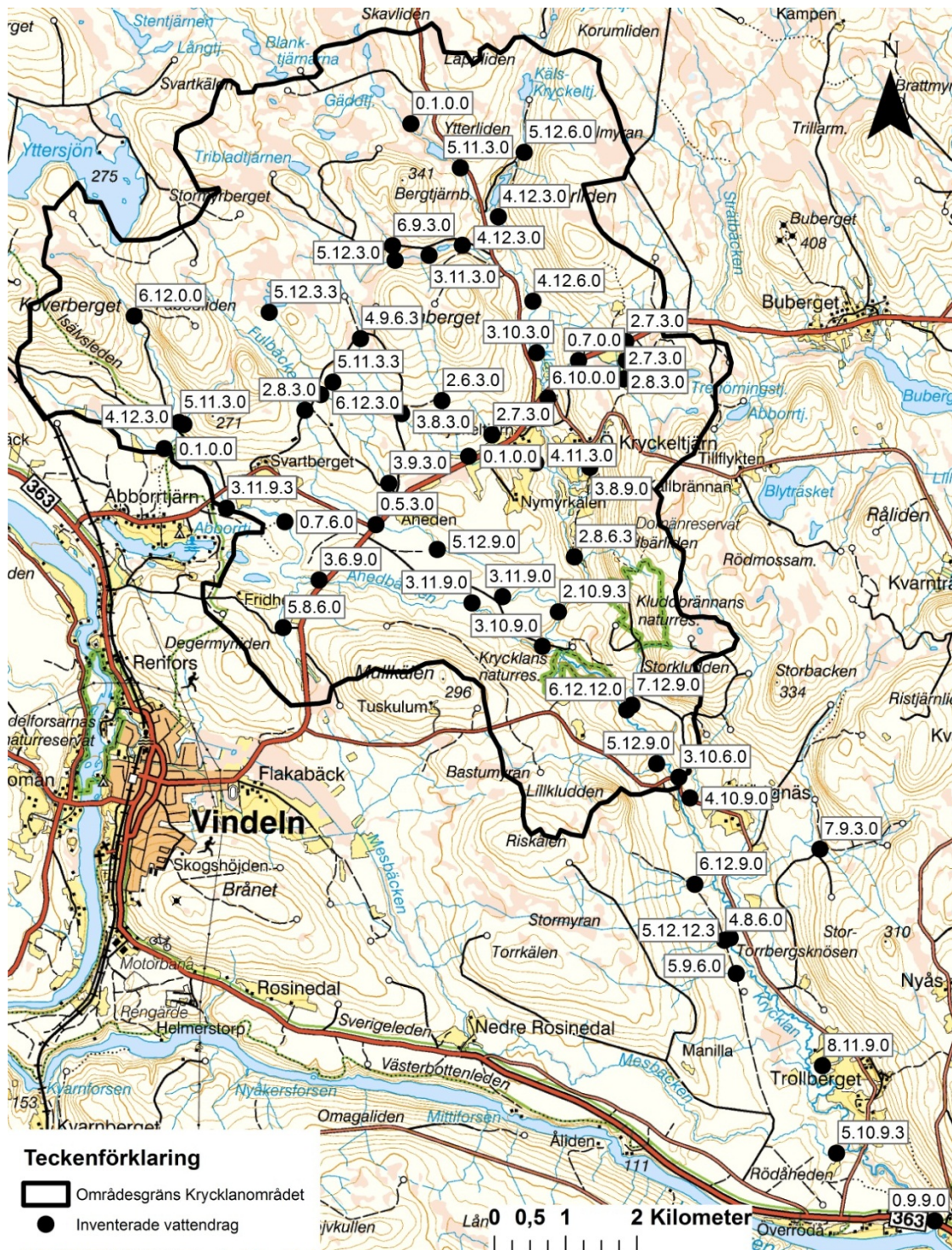
VG (Vattenmiljö med generell vattenhänsyn)

VF (Vattenmiljö med förstärkt vattenhänsyn)

VS (Vattenmiljö med särskilda åtgärder)

VO (Vattenmiljö som lämnas orörd)

© Lantmäteriet, I2011/0032

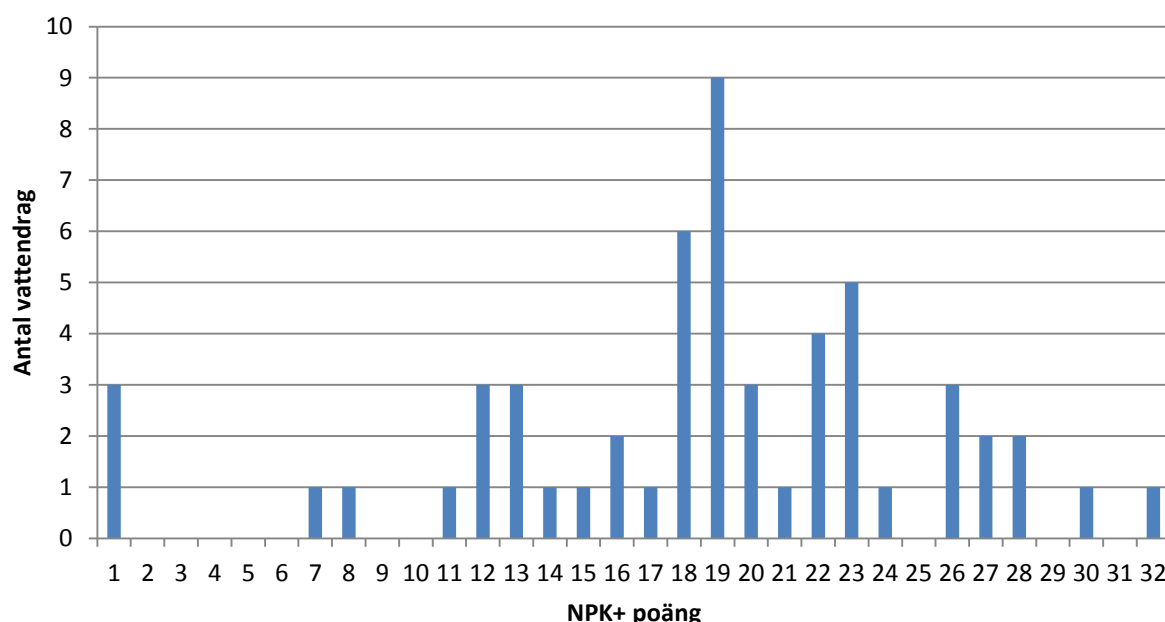


Figur 3. Översiktskarta över studieområdet med Krycklanområdet och de 55 inventerade vattendragen med NPK+ poängen utmarkerade. NPK+ poängen anges i formatet [Naturvärde.Påverkan.Känslighet.Plusvärde]. Poäng kunde variera mellan 0 – 12 i kategorierna Naturvärde och Påverkan och anta värdena {0, 3, 6, 9, 12} i kategorierna Känslighet och Plusvärde. © Lantmäteriet, I2011/0032

Vattendragen fördelade sig mellan 1 – 32 poäng på NPK+ poängskalan (Figur 4).

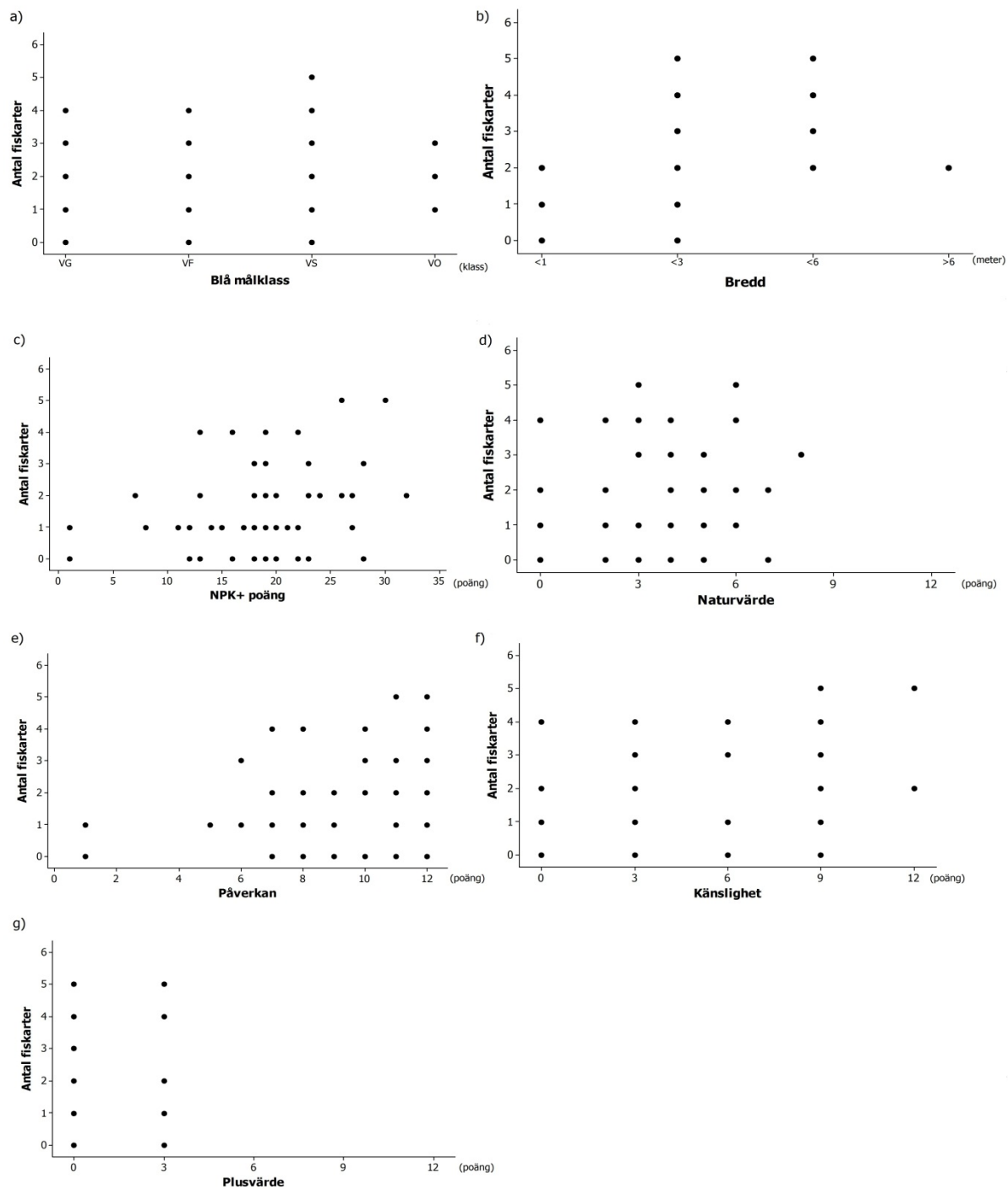
Flera av vattendragen tilldelades lika antal poäng vid inventeringen, som mest 9 stycken på 19 poäng.

NPK+ medianen var 19 poäng medan medelvärdet blev något lägre, 18,52.



Figur 4. Fördelningen av de 55 vattendragen i NPK+ poäng hade en stor spridning mellan 1 – 32 poäng. Högst var frekvensen på 19 poäng med 9 vattendrag. Median = 19, medelvärde = 18,5.

Variationen mellan det lägsta och högsta observerade NPK+ poängen värde i de fyra blå målklasserna följde ett systematiskt mönster där variationen var störst för VG (1-22) och minskade för de högre klasserna (VF 13-28, VS 16-30 och VO 20-32). En majoritet (51 %) av de 55 inventerade vattendragen var mindre än 1 meter bred (<1). 19 vattendrag var mindre än 3 meter bred (<3), 7 vattendrag var mindre än 6 meter bred (<6). Endast ett vattendrag var mer än 6 meter bred (>6). Variationen mellan lägsta och högsta NPK+ poäng värdet i breddklasserna (<1, <3, <6, >6) följde samma systematiska mönster som variationen av NPK+ poängen inom blå målklasserna. Störst variation fanns i den minsta breddklassen <1 (1-28) för att succesivt minska i de högre breddklasserna <3 (8-28) och <6 (16-32). Den högsta breddklassen >6 innehåller endast ett vattendrag varpå variation inom klassen fattades.



Figur 5. Scatter plot av antal fiskarter och X – variablerna

a) Antal fiskarter mot blå målklass b) Antal fiskarter mot bredd

c) Antal fiskarter mot NPK+ poäng d) Antal fiskarter mot naturvärde

e) Antal fiskarter mot påverkan f) Antal fiskarter mot känslighet

g) Antal fiskarter mot plusvärde

Notera att skalan på x – axlarna i graferna kan skilja sig åt.

Blå målklass och bredd visade på tydlig klassindelning (Figur 5a, 5b), men fanns ha signifikant positiv korrelation med antal fiskarter (Tabell 1). NPK+ uppvisade en svagt positiv trend (Figur 5c) och fanns ha en signifikant positiv korrelation (Tabell 1). NPK+ delkategorierna naturvärde och påverkan (Figur 5d, 5e) visade inga tydliga mönster och saknade signifikant korrelation med antal fiskarter (Tabell 1). Känslighet och plusvärde (Figur 5f, 5g) visade samma tydliga klassindelningsmönster som blå målklassning och bredd. Plusvärde hade en signifikant negativ korrelation, medan känslighet saknade signifikant korrelation med antal fiskarter (Tabell 1).

Tabell 1. Resultatet av Spearman-rank korrelations test och Students tvåsidiga t-test.

Variabler med testvärde t större respektive mindre än t-tabell värdet $\pm 2,009$ hade positiv respektive negativ korrelation med antalet fiskarter.

Blå målklass, bredd och NPK+ fanns ha en signifikant positiv korrelation med antalet fiskarter. Plusvärde hade en signifikant negativ korrelation med antal fiskarter.

Övriga testade variabler saknade signifikant korrelation med antal fiskarter.

Variabel	Spearman rank koefficient	Testvärde t	T-tabell värde	Förkasta H0?
Blå målklass	0,367	2,869	$\pm 2,009$	JA
Bredd	0,645	6,145	$\pm 2,009$	JA
NPK+	0,332	2,566	$\pm 2,009$	JA
Naturvärde	-0,177	-1,307	$\pm 2,009$	NEJ
Påverkan	0,068	0,496	$\pm 2,009$	NEJ
Känslighet	0,136	1,002	$\pm 2,009$	NEJ
Plusvärde	-0,322	-2,477	$\pm 2,009$	JA

Diskussion

Vattenkvalitet är ett komplext och lätt abstrakt begrepp med vitt skild innebörd beroende hur och vem man frågar. I studien användes fiskartsförekomst som ett mått på vattenkvalitet, med antagandet att högt antal fiskarter indikerar hög vattenkvalitet och vice versa. Antal fiskarter som mått på vattenkvalitet är behäftat med osäkerheter, där bland annat olika toleransnivåer hos fiskarter försvårar tolkningen. Trots osäkerheterna kring fiskartsförekomst som mått på vattenkvalitet är fiskartsförekomst betydligt mer lättbegripligt och mindre abstrakt än en kemisk vattenanalys. Dynamiska omvärldsfaktorer utanför vattendragen som föroreningar och infrastruktursatsningar kan ha stark inverkan på fiskförekomsten i ett vattendrag. I ett aldrig så bra vattendrag saknas vandrande fiskarter om vandringhinder omöjliggör vandringen.

Att infrastruktur med bebyggelse och vägar i undersökningsområdet har haft och kommer ha en stor inverkan på fiskförekomsten är ett rimligt antagande. Vattenvårdande insatser i skogsbruket handlar inte om kortsiktig ekonomisk vinning utan om ekologiskt ansvarstagande.

Den statistiska analysen visade på positiv korrelation mellan antalet fiskarter och verktygen NPK+ och blå målklassning (Tabell 1). Resultatet stödde hypotesen att antalet fiskarter ökade med ökat värde i variablerna NPK+ och blå målklassning, och visade därigenom verktygens relevans för att identifiera och klassificera vattendrag efter vattenkvalitet i undersökningsområdet. Vattendragsbredd fanns ha positiv korrelation med antalet fiskarter, vilket var förväntat. Enligt Bergquist et al. (2010) har öknings i storleken på elfiskeprovytan en positiv korrelation med antalet fångade fiskarter. Elfiskeinventeringen i Buffam (2007) studie utfördes efter en sträcka av 50 meter längs vattendragen, där vattendragets bredd blev direkt avgörande för provytans storlek. Av någon oväntat och svårförståelig anledning saknades signifikanta korrelationer i NPK+ kategorierna Naturvärde, Påverkan och Känslighet med antalet fiskarter i vattendragen. Möjligen var variationen mellan vattendragen och stickprovet för litet för att ge utslag, eller också var kategorierna helt enkelt inte relevanta för att förklara antalet fiskarter i vattendragen. Plusvärde fanns ha en signifikant negativ korrelation (Tabell 1). Den negativa korrelationen för Plusvärde berodde mest troligt på svagheter i Spearman rank korrelationstest än verkligt samband. Vid fältinventeringen av de 55 vattendragen tilldelades 8 vattendrag 3 poäng medan de övriga 47 vattendragen tilldelas 0 poäng i kategorin Plusvärde (Figur 3). Plusvärde skilde sig markant mot de andra variablerna i studien då samtliga 55 observationer fördelade sig i endast två poängklasser; 0 respektive 3 poäng (Figur 5g). Fördelningen medförde att samtliga observationer behandlades som ties (observationer med samma värde). Korrektionsfaktorn (Formel 4) för ties i Plusvärde blev vid uträkningen mellan 3 – 83 gånger större än korrektionsfaktorerna i de övriga variablerna. Storleken på korrektionsfaktorn påverkade starkt de efterföljande beräkningarna (Formlerna 6, 7 och 8) och i slutändan resultatet av t- test (Tabell 1). Ties i variabler är inte önskvärt och försvårar den statistiska analysen (Siegel & Castellan, 1988). Det är därför rimligt att anta att Plusvärde trots negativ korrelation saknade verklig korrelation mot antalet fiskarter.

Fältinventeringen visade på en ojämn fördelning av vattendrag i de fyra blå målklasserna; 32,7 % (VG), 34,5 % (VF), 21,8 % (VS) och 10,9 % (VO) (Figur 2). En ojämn fördelning av vattendragen efter påverkansgrad var väntad, särskilt med tanke på skogsbrukets historik av vattendragspåverkan runt om i landet. Att verktygen i fältinventeringen klassificerade vattendragen ojämnt fördelat efter påtagliga skillnader i fält, får ses som ett tydligt tecken på verktygens förmåga att uppmärksamma skillnader mellan vattendrag.

Fördelningen av NPK+ poäng bland de undersökta vattendragen var inte heller de jämt fördelade (Figur 3, 4). Variationen i NPK+ poäng mellan vattendragen var stor (1-32) med en klar majoritet (58 %) av vattendragen inom intervallet 15-23 poäng (Figur 4). Tre av vattendragen tilldelades endast ett poäng (Figur 4). De tre vattendragen uppvisade vid inventeringen stora brister, två av vattendragen var närmast att betrakta som diken medan det tredje mer liknade en igenväxt myr. Vid den 6 år tidigare elfiskeinventeringen höll två av vattendragen fisk, dock endast en fiskart (Buffam, 2007). Hur och varför dessa tre vattendrag kom med i elfiskeinventeringen vet jag inte. Vid inventeringstillfället verkade det vara osannolikt att någon fisk längre skulle uppehålla sig vid något av de tre vattendragen. Vattendragen behölls trots den troliga avsaknaden av fisk till dataanalysen för att ge en rättvis bild av området.

Variationen mellan lägsta och högsta NPK+ poäng bland vattendragen klassificerade i blå målklasser uppvisade en trend med avtagande variation med stigande blå målklass. Störst var variationen i klassen VG (1-22) och minskade för de högre klasserna (VF 13-28, VS 16-30 och VO 20-32). En liknande trend syntes i variationen mellan lägsta och högsta NPK+ poäng bland vattendrag klassade i breddklassning. Störst var variationen inom den lägsta breddklassen <1 (1-28) för att succesivt minska i de större breddklasserna, <3 (8-28) och <6 (16-32). I den högsta breddklassen >6 (18) fanns bara ett vattendrag vilket uteslöt variation. Fördelningen av vattendragen i breddklasserna med flest vattendrag i de mindre klasserna (<1, <3) beror med största säkerhet på att andelen mindre vattendrag är mångfald fler än större (breda) i landskapet, där det krävs flera mindre som går ihop för att bilda ett större vattendrag. NPK+ variation inom breddklasserna analyserades inte mer noggrant under arbetets gång. Det finns sannolikt en positiv korrelation mellan NPK+ poäng och blå målklass, medan trenden för bredd är otydligare och kräver noggrannare analys.

Skillnaden i förurning och övergödning har varit stort runt om i landet med större problem längst kusterna och i de södra delarna av landet jämfört med Norrlands inland (Nilsson, 1990). Förurningsproblematiken har dock förbättrats med återhämtning och minskade skillnader regionalt (Zetterberg *et al.*, 2007). Inventeringsområdet (Figur 1) bedömdes ha försumbar grad av övergödning och förurning, vilket systematiskt gav 2 poäng per vattendrag i kategorin Påverkan (Bilaga 1).

NPK+ och blå målklassning som vattenklassificeringssystem står med sin enkelhet i stark kontrast till de komplexa och komplicerade vattenklassificeringssystem som används runt om i världen (Department of Environmental Protection, 2011; Government of New Brunswick, 2012; Vattenmyndigheterna 2012). Verktygen har den fördelen att de varken kräver avancerad mätutrustning eller en professors titel för att använda. Verktygen möjliggör på ett enkelt sätt att grafiskt visa ambitionen med vattenhänsynen (Figur 2, 3).

Fältinventeringen av de 55 vattendragen på det relativt stora området utfördes på endast tre dagar. Inventeringen av vattendragen var en snabb process och tog oftast bara ett par minuter per vattendrag att utföra. Blå målklassning var till en början svårbedömt men blev lättare med tiden då tidigare inventerade och klassificerade vattendrag kunde användas som referens. Efter en trevande start med inventeringen så gick det allt fortare och med mindre tveksamheter och huvudbry. Fältinventering med verktygen NPK+ och blå målklassning är i min mening tidseffektivt och enkelt att utföra samt tillför relevant information om vattenhänsynen vilket gör det intressant att integrera i den skogsliga planläggningen.

Undersökningar är för det mesta behäftade med brister och osäkerheter och denna studie är inget undantag. Att misstänka att fältinventeringen vilken genomfördes av en oerfaren vattendragsinventerare utan någon som helst introduktion till verktygen NPK+ och blå målklassning har både slumpmässiga och systematiska fel är sannolikt. Brukligt inför skogsinventering är att inventerarna genomgår någon form av introduktionskurs innan de skickas ut i skogen för att inventera. Fältinventeringen i denna studie påbörjades innan NPK+ och blå målklassning introducerades offentligt av WWF hösten 2011, därav uteblev introduktionskurs. Av de två verktygen som undersöktes är blå målklassning, som är baserad på inventerarens subjektiva bedömning, den största källan till osäkerhet då resultatet kan skilja sig markant mellan olika inventerare. Osäkerheter kring stickprovstorleken är vanligt förekommande vid undersökningar, där större stickprov ger högre säkerhet på skattningen. Studiens stickprovstorlek med 55 vattendrag överstiger den generella rekommendationen på 30. Fördelningen av vattendragen i blå målklasserna och breddklasserna med få vattendrag i de högsta klasserna, VO (6) och >6 (1), får dock en att börja fundera över om stickprovstorleken var tillräckligt stor. En fördelning av åtminstone 10-15 vattendrag som minimum i varje klass hade påtagligt ökat säkerheten i den statistiska analysen. Däremot är det inte säkert att resultatet skulle påverkas nämnvärt av ett större stickprov.

Framtida studier med verktygen bör i möjligaste mån innehålla en introduktionskurs inför fältinventeringen för att ta bort frågetecknen kring hur man använder verktygen i fält och minska osäkerheterna i det data som samlas in. Vid en eventuell jämförande studie mellan olika lokaler i landet bör skillnader i förurning och övergödning beaktas, då de finns uppenbara risker för systematiska skillnader i vattendragens poängsättning. Vidare kan eventuell korrelationen mellan vattenkvaliteten och stream order (vattendragens storleksordning) vara av intresse att undersöka.

Vattendirektivets intåg i den svenska lagstiftningen har haft och kommer för lång framtid ha stor inflytande på det svenska skogsbruket. Kompetensutveckling av personal och utvecklandet av relevanta tillämpningsbara metoder att använda vid planering och genomförande av skogsskötselåtgärder i närhet av vattenförekomster är av stor vikt för skogsbruket. Lanseringen av vattenhänsynsverktygen NPK+ och blå målklassning, med den stora potentiella spridningen bland skogsägarföreningarnas 110 000 medlemmar (Skogsstyrelsen, 2012b) är ett stort steg i den riktningen. Tolkningar av resultatet från de statistiska analyserna gäller endast över det undersökta datamaterialet. Tolkningar utanför det analyserade området är behäftade med osäkerheter. Studien verifierade verktygens förmåga att identifiera och klassificera vattendrag efter vattenkvalitet, över de 55 undersökta vattendragen i Krycklanåns avrinningsområde (Figur 1). Osäkerheten kring verktygens relevans på större skala kvarstår dock fortfarande. Fler och större studier runt om i landet behövs för att skapa en bättre bild kring verktygens relevans och tillämpbarhet. Trots osäkerheten rörande verktygen på en större skala, så är jag övertygad om att verktygen kommer fungera utmärkta som ett hjälpmedel för att öka skogsägares intresse för vattenhänsyn och vattenvård.

Referenser

Andersson, S. (2004). Skogsteknik förr och nu.

Skogshistoriska sällskapets årsskrift 2004, p 102-116.

Bergknut, M. Meijer, S. Halsall, C. Ågren, A. Laudon, H. Köhler, S. *et al.* (2010). Modeling the fate of hydrophobic organic contaminants in a boreal forest catchment: A cross disciplinary approach to assessing diffuse pollution to surface waters. *Environmental Pollution* vol. 158, nr 9, 2010, P 2964–2969.

Bergquist, B. Degerman, E. Sers, B. (2010). Elfiske i rinnande vatten.

Version 1:5 2010-05-05. Stockholm: Naturvårdsverket.

Bjerknes, W. Fyllingen, I. Holtet, L. Teien, H. *et al.* (2003). Aluminum in acidic river water causes mortality of farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in Norwegian fjords. *Marine Chemistry*, 83(3–4): 169–174.

Buffam, I. (2007). Linking landscape characteristics, stream water acidity and brown trout (*Salmo trutta*) distributions in a boreal stream network. Diss. Umeå : Sveriges lantbruksuniversitet.

ISBN 978-91-576-7332-9.

Bleckert, S. Degerman, E & Henrikson, L. (2010). Skogens vatten: om vattenhänsyn i skogsbruket.

Värnamo. ISBN 978-91-633-7874-4

Degerman, E & Sers, B. (2001). FISKERIVERKET Information 1999:3 (3-69).

[online](2012-01-11) Tillgänglig:

<http://www.slu.se/Documents/externwebben/akvatiska-resurser/Databaser/ELFISKEKOMP.pdf> [2012-01-30]

Department of Environmental Protection. Water quality standards. [online] (2011-01-18) Tillgänglig:

http://www.ct.gov/dep/lib/dep/water/water_quality_standards/wqs_final_adopted_2_25_11.pdf [2012-01-30]

Eriksson, M. (2007). Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon. Naturvårdsverket Handbok 2007:4.

Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 978-91-620-0147-6

Gleick, P. (2010). Peak water limits to freshwater withdrawal and use. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107: no.25 p 11155-11162.

Government of New Brunswick. Water Classification. [online] (2012-03-03) Tillgänglig:

<http://app.infoaa.7700.gnb.ca/gnb/pub/EServices/ListServiceDetails.asp?ServiceID1=201090&ReportType1=All> [2012-03-03]

Harris, J. H. (1995). The use of fish in ecological assessments. *Australian Journal of Ecology*, 20: 65–80.

doi: 10.1111/j.1442-9993.1995.tb00523.x

Henriksson, L. (2007). Skogsbruk vid vatten. Jönköping: Skogsstyrelsen

Institutionen för Skogens Ekologi och Skötsel.(2009). Krycklan Catchment Study. [Online](2009)
Tillgänglig:

http://www.seksko.se/index.php?option=com_content&view=article&id=152&Itemid=74&limitstart=1&lang=se#Background [2012-01-30]

Laudon, H. & Buffam, I. (2008). Impact of changing DOC concentrations on the potential distribution of acid sensitive biota in a boreal stream network. *Hydrology and Earth System Sciences*, vol.12 p 425-435.

Laudon, H. Hedtjärn, J. Schelker, J. Bishop, K. Sørensen, R. & Ågren, A. (2009). Response of Dissolved Organic Carbon following Forest Harvesting in a Boreal Forest. *AMBIO* 38(7) p 381-386.

Lyon, S. W., T. Grabs, H. Laudon, K. H. Bishop, and J. Seibert (2011), Variability of groundwater levels and total organic carbon in the riparian zone of a boreal catchment, *J. Geophys. Res.*, 116, G01020, doi:10.1029/2010JG001452.

Löfgren, S. Ring, E. von Brömssen, C. Sørensen, R & Högbom, L.(2009). Short-term Effects of Clear-cutting on the Water Chemistry of Two Boreal Streams in Northern Sweden: A Paired Catchment Study. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 38(7) p 347-356.

Micklin, P. (2007). The Aral Sea Disaster. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*
Vol. 35 p 47-72.

Ministry for the Environment. River Environment Classification (REC).[online] (2012) Tillgänglig:
<http://www.mfe.govt.nz/environmental-reporting/about/tools-guidelines/classifications/freshwater/>
[2012-01-30]

Naturvårdsverket. Miljömålsportalen. [online] (2010-12-13) Tillgänglig:
<http://www.miljomal.nu/Miljomalsradets-arbetswebb/Global-meny/Miljomalsportalen/> [2012-01-30]

Nilsson, C. Brännäs, E. Helfield, J.M. Hjerdt, N. Holmqvist, D.Lepori, F. Lundqvist, H. *et al.*(2007).
Återställning av älvar som använts för flottning. Naturvårdsverket RAPPORT 5649. ISBN 91-620-5649-2.pdf

Nilsson, C. Lepori, F. Malmqvist, B. Törnlund, E. Hjerdt, N. Helfield, J. *et al.* (2005). Forecasting Environmental Responses to Restoration of Rivers Used as Log Float ways: An Interdisciplinary Challenge. *ECOSYSTEMS* 8(7) p 779-800.

Nilsson, N-E. (1990). Sveriges National Atlas temaband - Skogen. Höganäs: Bokförlaget Bra Böcker.
ISBN: 91-87760-05-3

Oelkers, E. Hering, J. & Zhu, C. (2010). Water: Is There a Global Crisis?
ELEMENTS vol.7 p 157-162.

- Rosgen, D. (1994). A classification of natural rivers. *Wildland Hydrology*, Catena 22, p 169-199.
- Siegel, S. Castellan, N. (1988). Nonparametric statistics for the behavioral sciences. 2a upplagan. New York. McGraw-Hill. ISBN 0-07-100326-6
- Skogsstyrelsen. (2012a). Mark och vatten. [online] (2011-01-27) Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Skog-och-miljo/Mark-och-vatten/> [2012-01-30]
- Skogsstyrelsen. (2012b). Fastighets- och ägarstruktur.[online] (2012-03-02) Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Statistik/Amnesomraden/Fastighets--och-agarstruktur/Fastighets--och-agarstruktur/> [2012-03-02]
- Soto-Galera, E. Diaz-Pardo, E. López-López, E. Lyons, J. (1998). Fish as indicators of environmental quality in the Río Lerma Basin, México. *Aquatic Ecosystem Health & Management* vol.1, nr 3-4.
- Södra skogsägarna. Skogens vatten - ny studiekampanj för skogsägare. [online] (2011-11-23) Tillgänglig: <http://www.sodra.com/sv/Pressrum/Nyheter/Inlagg/2011/Skogens-vatten---ny-studiekampanj-for-skogsagare/> [2012-02-29]
- Tipping, E. Woof, C. & Hurley, M. A. (1991). Humic substances in acid surface waters; modeling aluminum binding, contribution to ionic charge-balance, and control of pH. *Water research*, 25(4) p 425-435.
- Törnlund, E & Östlund, L. (2002). Floating Timber in Northern Sweden: The Construction of Float ways and Transformation of Rivers. *Environment and History* 8 (2002) p 85–106.
- Vattenmyndigheterna. (2012). Vattenmyndigheterna. [online] (2012-01-16) Tillgänglig: <http://www.vattenmyndigheterna.se/Sv/Pages/default.aspx> [2012-01-30]
- Vattenmyndigheten Bottenhavet. (2012). Grundvatten. [online] (2012-01-20). Tillgänglig: <http://www.vattenmyndigheterna.se/Sv/bottenhavet/forvaltningsplan/status2009/Pages/grundvatten.aspx?keyword=expertbed%c3%b6mning> [2012-01-30]
- Världsnaturfonden. (2012a). Levande skogsvatten. [online] (2012-01-18) Tillgänglig: <http://www.wwf.se/vrt-arbete/var-arbetar-wwf/1129173-levande-skogsvatten> [2012-02-17]
- Världsnaturfonden. (2012b). NPK+ och Blå målklassning – enkla verktyg för att skoglig vattenplanering. [online] (2012-02-07) Tillgänglig: <http://www.wwf.se/source.php/1408811/Blå%20målklasser%20NPK+.pdf> [2012-02-07]
- Vörösmarty, C. Green, P. Salisbury, J. & Lammers, R. (2000). Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth. *Science* 289, 284 (2000). DOI: 10.1126/science.289.5477.284

Wauer, G & Teien, HC. (2010) Risk of acute toxicity for fish during aluminium application to hardwater lakes. *Science of The Total Environment*, vol.408, nr 19 p 4020–4025.

Zetterberg, T. Westling, O. Moldan, F. (2007). Försurningsepisoder i södra Sverige. Nuvarande omfattning och framtida betydelse. IVL Svenska Miljöinstitutet AB. IVL Rapport B1676.

Öhman, K. Seibert, J. & Laudon, H. (2009). An Approach for Including Consideration of Stream Water Dissolved Organic Carbon in Long Term Forest Planning. *AMBIO*. 38(7) p 387-393.

Östlund, L. (1995). Logging the Virgin Forest: Northern Sweden in the Early-Nineteenth Century. *Forest & Conservation History* 39(4) p 160-171.

Datum:	Inventerare:	
Vattendragets namn		
Avrinningsområde (SMHI)	Huvud- & delaro	nr + namn
Inventerad sträcka (m)		
Koordinater nedre	X	Y
Koordinater övre	X	Y
Medelbredd (uppskattad i < 1 m, <3 m, <6 m, > 6 m)	Dominerande bottensubstrat:	

Markera med x vid förekomst!

N 1. NATURVÄRDEN – Vattendraget		
Stor variation i vattendraget		Huvudsakligen slingrande eller meandrande lopp, stor variation i djup och bredd samt förekomst av sand/grus och sten/block
Död ved i vatten		Mer än 7 bitar per 100 m - minst 1 m långa och 10 cm Ø
Ström- eller forssträcka		Längre än 10 ggr medelbredden
Blockrik sträcka		Stora block >0,5 m Ø, sträckan längre än 10 ggr medelbredden
Poäng; 0 - 4		<i>Ett x ger poängen 1 etc.</i>
N 2. NATURVÄRDEN – Speciella biotoper och arter		
Naturligt vattenfall		90° fall, > 1 m fallhöjd, utgör ofta naturligt vandringshinder
Kvillområde		Vattendraget uppdelat i minst 3 fåror, > 10 m långa, med vatten hela året
Sjöinlopp eller sjöutlopp		Ej reglerat, sänkt eller omgrävt
Värdearter		Rödlistade arter (ska normalt vara känt innan inventeringen) eller god förekomst eller föryngring av stormusslor och laxfiskar
Poäng; 0 - 4		<i>Ett x ger poängen 1 etc.</i>
N 3. NATURVÄRDEN – Kantzon		
Kantzon finns på >75%		Kantzon med avseende på beskuggning
Naturlig trädslagsblandning		Relativt ståndorten, utan mänsklig påverkan/brukande
Äldre kantzon		I normal slutavverkningsålder, producerar död ved m.m.
Översvämningszon eller permanent utströmningsområde eller källa		Återkommande översvämmad strandzon; avläses på bar mark, vegetation, stenar och träd. Ett stort eller flera tydliga objekt längs sträckan.
Poäng; 0 - 4		<i>Ett x ger poängen 1 etc.</i>
SUMMA NATURVÄRDE		

P 1. PÅVERKAN – Vattendraget		
Ej rensat och/eller rätat		<u>Ej rensat</u> : Vattendrag med naturlig förekomst av block, sten och grus. <u>Ej rätat</u> : Vattendrag naturligt slingrande – ej rätade, ej sänkta
Ingen igenslamning		Normal mängd finpartikulärt material samlat <u>på</u> grus- och sandbottnar
Ingen reglering och/eller inget vattenuttag		<u>Ingen reglering</u> : ingen förekomst av ett eller flera dämmen, oftast med regleringsanordning. <u>Inget vattenuttag</u> : inga slangar, pumpar etc. i och längs med vattendrage
Inga vandringshinder		Inga dammar, vägtrummor el. andra artificiella hinder för fisk och bottenfauna
Poäng; 0 - 4		<i>Ett x ger poängen 1 etc.</i>
P 2. PÅVERKAN – Kantzon		
Funktionell kantzon		Ekologiskt funktionell kantzon. Inga omfattande skador på kantzonen. Högst 25 % av sträckan får vara påverkad.
Inga mynnande diken		Inga diken som mynnar direkt i vattendraget, utan översilning eller slamgrop
Inga markskador		Inga gamla eller nya markskador (körskador, markberedning) i eller längs med vattendraget som kan ha påverkat bäcken

Inga vägar		Ingen enskild eller allmän väg korsande eller inom 10 m från vattendraget
Poäng; 0 - 4		<i>Ett x ger poängen 1 etc.</i>
P 3. PÅVERKAN – Vattenkvalitet		
Klart vatten		Normalt grumlat och/eller färgat vatten
Ingen omfattande förurning		Ska normalt vara känt innan inventeringen
Ingen omfattande övergödning		Inga stora mängder vegetation, t.ex. grönslick och/eller bladvass i vattendraget
Inga punktkällor		Ingen dränering från jordbruk, inga rör från avlopp eller dagvatten som mynnar i vattendraget
Poäng; 0 - 4		<i>Ett x ger poängen 1 etc.</i>
SUMMA PÅVERKAN		.

K. KÄNSLIGHET		
Erosionsbenägna jordarter		Grovsand och finare el moig morän och finare jordarter samt torv i närområdet
Stor lutning mot vattendraget		Mer än 5 m lutning på 30 m ned mot vattendraget
Blöt-fuktig kantzon		Risk för att körsador kan uppstå längs med och i vattendraget
Källa eller utströmningsområde i närområdet		Källa, översilad mark eller ytligt grundvatten i angränsande bestånd
SUMMA KÄNSLIGHET		<i>Ett x ger 3 poäng, 2 x ger 6 p, etc.</i>

+ PLUSVÄRDE		
Kultur- och/eller fornlämning		Intakta kvarnar, stenfundament, flottledsanordningar, stenbroar m.m.
Naturskyddat område Rekreatjonsområde		Naturreservat, ekopark etc. Populärt rekreatjonsområde t.ex. stigar, rastplatser, skyltar eller anordningar för sportfiske eller välbesökt fiskevatten
Restaureringsåtgärder		Kalkning, öppnade vandringsvägar etc.
Intressanta arter		Arter som t.ex. bäver, vissa fiskarter, vissa fågelarter, vissa växter
SUMMA PLUSVÄRDE		<i>Ett x ger 3 poäng, 2 x ger 6 p, etc.</i>

Punktobjekt (vattenanknutna):	x:	y:	Typ:	Åtgärd:

Allmän beskrivning och kommentarer

Ge en övergripande bild av vattendraget samt notera andra förutsättningar som kan påverka N, P, K eller +.

Slutbedömning

	Naturvärde			Påverkan			Känslighet	Plusvärde	NPK+	Blå målklass (VG, VF, VS, VO)
	N1	N2	N3	P1	P2	P3				
RESULTAT										
SUMMA										
BEDÖMNING*										

*Naturvärde:	Lågt naturvärde	0–2	Måttligt naturvärde	3–6	Högt naturvärde	7–12
*Påverkan:	Hög påverkan	0–2	Måttlig påverkan	3–6	Låg påverkan	7–12
*Känslighet:	Låg känslighet	0	Måttlig känslighet	3–6	Hög känslighet	7–12
*Plusvärde:	Lågt plusvärde	0	Måttligt plusvärde	3–6	Högt plusvärde	7–12

Åtgärder enligt målklass

Ge förslag på åtgärder som behövs för att förbättra N, P, K eller +.

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2011:16 Författare: Kerstin Frid
Kan hamlingen fortleva som tradition? – en studie över hamlingens historia och framtid i Bråbygden med omnejd
-
- 2012:1 Författare: Liisa Sars
Röjningsformens effekt på den yttre kvalitén hos björkstammar när beståndet närmar sig första gallring
- 2012:2 Författare: Daniel Timblad
Kvalitet och skador i tallungskog efter röjning vid olika stubbhöjder
- 2012:3 Författare: Aron Sandling
Epiphytic lichen flora in a boreal forest chronosequence
- 2012:4 Författare: Elsa Bengtsson
Leaf area index in *Vitellaria Paradoxa* parklands in Burkina Faso estimated by light interception and leaf sampling
- 2012:5 Författare: Tomas Jansson
Estimation of reindeer lichen biomass by image analysis
- 2012:6 Författare: Axel Eriksson
Röjningsformens effekt på tallens (*Pinus sylvestris* L.) tillväxt och kvalitetsegenskaper
- 2012:7 Författare: Björn Henningsson
Inverkan av röjning och gödsling på mikrofibrillvinkeln i tallens (*Pinus sylvestris* L.) ungdomsved
- 2012:8 Författare: Sophie Casetou
The inter- and intra- specific variability of charcoal traits in boreal ecosystems
- 2012:9 Författare: Andreas Hagenbo
Allelopathic effects of *Calluna vulgaris* on *Pinus sylvestris* and *Populus tremula*
- 2012:10 Författare: Mikael Öhman
Utveckling av ett GIS-verktyg för selektion av bränningstrakter – en studie genomförd på SCA-skogs marker inom Medelpads skogsförvaltning
- 2012:11 Författare: Klara Joelsson Hedemyr
Soil organic carbon and infiltrability in relation to distance from trees (*Vitellaria paradoxa*) with and without termite mounds in a parkland of central Burkina Faso
- 2012:12 Författare: Felicia Olsson
Tame animals in the wilderness – livestock grazing around summer farms in Jämtland, boreal Sweden 1800-2011
- 2012:13 Författare: Jonas Sjödin
Undersökning av självspredning av contortatallen i norra Sverige
- 2012:14 Författare: Nils Henriksson
Measuring N uptake and transport in *Pinus sylvestris* to estimate mycorrhizal transfer efficiency. A tracer/fertilizer experiment in northern Sweden
- 2012:15 Författare: Mikael Sörhult
Influence of prescribed burning and/or mechanical site preparation on stand stem density and growth of Scots pine stands above the Arctic Circle: - results 9-19 years after stand establishment

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på www.seksko.slu.se